



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09054101 A**(43) Date of publication of application: **25.02.97**

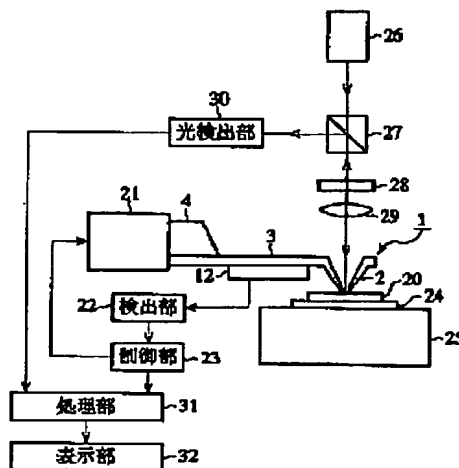
(51) Int. Cl.

**G01N 37/00****G02B 21/00**(21) Application number: **07228540**(22) Date of filing: **14.08.95**(71) Applicant: **NIKON CORP**(72) Inventor: **OKIGUCHI KEIKO  
OSAWA HISAO****(54) SCANNING NEAR FIELD OPTICAL  
MICROSCOPE****(57) Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain only the shape information on sample and the optical information on the separated sample and to prevent the drop of SN ratio and such a situation that the sample cannot be measured with a light with a desired wavelength.

**SOLUTION:** A cantilever 1 is bent according to the atomic force working between a probe 2 and the surface of a sample 20. The bending quantity is converted into a resistance value through a PZT film 12 formed on the cantilever 1, and a signal corresponding thereto is outputted from a detection part 22. The cantilever 1 is moved in Z direction so that the bending quantity may become constant, and it is further moved so that the probe 2 may scan the surface of the sample in X and Y directions. An optical detection part 30 detects an evanescent wave reflecting on the surface of the sample 20. A processing part 23 takes in each control signal from a control part 23 and detection signal from the detection part 30, so as to obtain both optical information and shape information of the sample 20.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-54101

(43) 公開日 平成9年(1997)2月25日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 1 N 37/00

G 0 2 B 21/00

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 1 N 37/00

G 0 2 B 21/00

技術表示箇所

D

BEST AVAILABLE COPY

審査請求 未請求 請求項の数3 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平7-228540

(22) 出願日 平成7年(1995)8月14日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 沖口 圭子

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン本社内

(72) 発明者 大澤 日佐雄

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン本社内

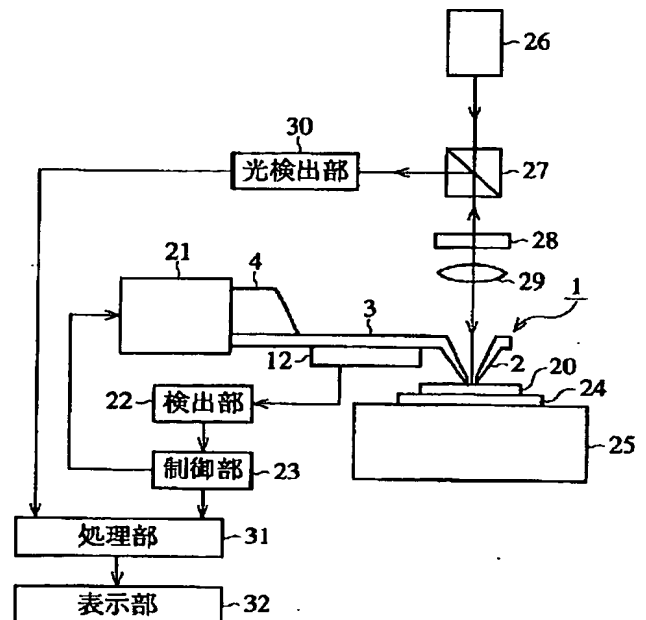
(74) 代理人 弁理士 四宮 通

(54) 【発明の名称】 走査型近接場光学顕微鏡

(57) 【要約】

【課題】 試料の形状情報と分離した試料の光学的情報のみを得る。SN比の低下や所望の波長の光による試料の測定を行うことができないという事態を防止する。

【解決手段】 探針2と試料表面との間に働く原子間力に応じてカンチレバー1が撓む。その撓み量がカンチレバー1に形成されたP Z T膜12により抵抗値に変換され、これに応じた信号が検出部22から出力される。制御部23及び駆動装置21によって、前記撓み量が一定になるようにカンチレバー1がZ方向に移動させられつつ、X、Y方向に探針2が試料表面を走査するようにカンチレバー1が移動させられる。光検出部30は、試料表面で反射したエバネッセント波を検出する。処理部31は、制御部23からの各制御信号及び光検出部30の検出信号を取り込み、試料20の光学的情報及び形状情報の両方を得る。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 先端部に探針を有するカンチレバーと、前記探針の先端からエバネッセント波が発生するように前記探針に光を照射する照射手段と、試料を透過し又は試料表面で反射したエバネッセント波を検出する光検出手段と、試料表面と略垂直な方向に前記探針を前記試料に対して相対的に移動させる第 1 の移動手段と、前記試料表面と略平行な面の方向に前記カンチレバーを前記試料に対して相対的に移動させる第 2 の移動手段と、前記試料表面と略平行な面の方向における前記カンチレバーの前記試料表面に対する相対位置に応じた、前記光検出手段からの検出信号に関する情報を得る手段と、を備えた走査型近接場光学顕微鏡において、圧電膜又は加えられた圧力に応じて抵抗値が変化する膜が前記カンチレバーに形成され、圧電膜が発生する電圧又は前記膜の抵抗値に応じた信号を出力する検出手段と、前記検出手段からの信号に基づいて前記カンチレバーの撓みが一定になるように前記第 1 の移動手段を制御しつつ、前記試料表面と略平行な面の方向に前記探針が試料表面を走査するように前記第 2 の移動手段を制御する制御手段と、を更に備えたことを特徴とする走査型近接場光学顕微鏡。

【請求項 2】 先端部に探針を有するカンチレバーと、試料表面にエバネッセント波が発生するように試料裏面から全反射条件で光を照射する照射手段と、前記探針により捕捉され又は前記探針の先端で反射したエバネッセント波を検出する光検出手段と、試料表面と略垂直な方向に前記探針を前記試料に対して相対的に移動させる第 1 の移動手段と、前記試料表面と略平行な面の方向に前記カンチレバーを前記試料に対して相対的に移動させる第 2 の移動手段と、前記試料表面と略平行な面の方向における前記カンチレバーの前記試料表面に対する相対位置に応じた、前記光検出手段からの検出信号に関する情報を得る手段と、を備えた走査型近接場光学顕微鏡において、圧電膜又は加えられた圧力に応じて抵抗値が変化する膜が前記カンチレバーに形成され、前記圧電膜が発生する電圧又は前記膜の抵抗値に応じた信号を出力する検出手段と、前記検出手段からの信号に基づいて前記カンチレバーの撓みが一定になるように前記第 1 の移動手段を制御しつつ、前記試料表面と略平行な面の方向に前記探針が試料表面を走査するように前記第 2 の移動手段を制御する制御手段と、を更に備えたことを特徴とする走査型近接場光学顕微鏡。

【請求項 3】 前記試料表面と略平行な面の方向における前記カンチレバーの前記試料表面に対する相対位置に

応じた、前記試料表面と略垂直な方向の前記カンチレバーの前記試料表面に対する相対位置に関する情報を得る手段を、更に備えたことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の走査型近接場光学顕微鏡。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、走査型近接場光学顕微鏡に関するものである。

## 【0002】

10 【従来の技術】近年、生物学、半導体デバイス開発、表面分析など広い分野において、非接触、非破壊の高分解能の顕微鏡が求められている。従来利用されてきた光学顕微鏡は、非接触、非破壊という点では優れているが、結像光学系を用いるという原理上、回折限界による分解能の制限のため利用分野が限られてきた。

20 【0003】これらの問題を解決すべく走査型電子顕微鏡、透過電子顕微鏡、走査型トンネル顕微鏡、走査型近接場光学顕微鏡（もしくは光学近接場走査型顕微鏡、フォトン走査型トンネル顕微鏡等とも呼ばれる）等が開発されたが、試料の光学的な性質を高い分解能で得ようとした場合には、走査型近接場光学顕微鏡が唯一の手段である。

30 【0004】この種の走査型近接場光学顕微鏡としては、特開昭 59-121310 号公報に開示されたもの等が知られている。この走査型近接場光学顕微鏡の基本原理は、試料を照射すべく光源から放射された照射光の波長より小さい開口によって試料の表面を走査し、表面形状および表面の光学的性質等を測定するもので、開口を試料から開口径よりも短い距離において走査することから、走査型近接場光学顕微鏡と呼ばれている。

40 【0005】波動の理論からすれば、通常の光学顕微鏡の分解能は  $\lambda/2$  程度で制限されるため、可視光領域では 200 ~ 300 nm が限度とされている。しかし上述したような波長より小さい微小な開口に光を導くと、通常の光のように自由空間を広がることはできないが、開口付近にしみ出す光電場が存在する。この光電場は消滅波（エバネッセント波）と呼ばれるもので、これで試料表面を照射することによって高分解能の光学的測定を可能にしている。

【0006】また、試料の背面から試料表面で全反射条件を満たすように照射光を入射させたときにも、試料表面にはエバネッセント波が生じる。エバネッセント波は試料表面からの距離と共に指数関数的に減少するため、試料表面を非接触で走査するプローブでそのエバネッセント波を検出することでも、高分解能の光学的測定を行うことができる。

50 【0007】上述のように、走査型近接場光学顕微鏡を利用することによって、試料表面の形状及び光学的情報を高分解能で測定することが可能である。しかし、エバネッセント波の強度は試料表面からプローブまでの距離

だけではなく、試料表面における局所的な光学的性質（反射率、屈折率、吸光度等）に大きく左右される。それゆえ試料表面の形状と光学的性質が同時に測定できるが、両者はそれぞれに分離されてはいない。よって、光学的情報のみを得たいときには、何らかの手段を用いて両者を分離する必要がある。

【0008】そこで、走査型近接場顕微鏡に原子間力顕微鏡（AFM）の機能を組み合わせることが考えられた。原子間力顕微鏡は、先端部に探針を有したカンチレバーを試料表面に接近させ、探針と試料表面との間に働く原子間力によるカンチレバーのたわみを測定する走査型プローブ顕微鏡である。カンチレバーのたわみ量を検出する方法としては光てこ法、光干渉法等が一般的であり、撓み検出用の光をカンチレバーに照射している。このような原子間力顕微鏡の機能を有する走査型近接場光学顕微鏡として、例えば、論文（N. F. van Hust, M. H. P. Moers, O. F. J. Noordman, T. Fauldner, F. B. Segerink, K. O. van der Werf, B. G. de Grooth and B. Bolger, Operating of a scanning near field optical microscope in reflection in combination with a scanning force microscope, SPIE Vol. 1639 Scanning Probe Microscopies, pp. 36-43 (1992)）に開示された走査型近接場光学顕微鏡を挙げることができる。

【0009】このような原子間力顕微鏡の機能を有する走査型近接場光学顕微鏡によれば、探針と試料表面との間に原子間力が働き、この力に応じてカンチレバーが撓む。エバネッセント波を発生させるための光とは別個に光をカンチレバーに照射してカンチレバーの撓み量を検出し、その検出信号に基づいてカンチレバーの撓み量が一定になるようにカンチレバーを試料表面と垂直な方向に移動させつつ、試料表面と平行な面の方向に探針が試料表面を走査するようにカンチレバーを移動させるものである。したがって、試料表面の凹凸に追従して探針と試料との間の距離が一定に保たれつつ、試料表面と略平行な面の方向に探針が試料表面を走査することになる。このため、エバネッセント波検出信号には光学的情報のみが含まれ、試料の光学的情報のみを形状情報から分離して得ることができる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、原子間力顕微鏡の機能を有する従来の走査型近接場光学顕微鏡では、カンチレバーの撓みを検出するために光てこ法や光干渉法等が採用され、エバネッセント波を発生させるための光とは別個に光をカンチレバーに照射しているので、SN比が低下したり、所望の波長の光による試料の測定を行うことができない場合があることが、本件発明者の研究により判明した。

【0011】この点に関して、図5を参照して以下に詳細に説明する。

【0012】図5は、白色光によるエバネッセント波を

発生させ、これが試料表面のある点で反射等したエバネッセント波による検出光の特性を示す図である。図5において、横軸は波長、縦軸は検出光の強度を示す。図5（a）は試料表面の光学情報のみを反映した理想的な検出光の特性を示し、図5（b）は実際の検出光の特性を示し、図5（c）はカンチレバーの撓みを検出するための光の影響を除去するべく光学フィルタを透過させた検出光の特性を示す。なお、カンチレバーの撓みを検出するためにカンチレバーに照射される光（以下、「撓み検出用光」という）は通常単色光であるので、図5中では、撓み検出用光の波長を $\lambda_0$ として示している。

【0013】従来の走査型近接場光学顕微鏡では、撓み検出用光が照射されていたので、この撓み検出用光の一部が迷光となってエバネッセント波検出系に検出されてしまい、図5（b）に示すように、検出光にはエバネッセント波のみならず前記迷光が含まれてしまう（図5（a）も参照）。図5（b）中、Aは迷光の成分を示す。したがって、検出光を白色光のまま検出光の強度を検出する（通常は白色光のまま検出する）場合には、図5中の曲線の積分値がその強度となるが、迷光の成分Aの分だけ本来の検出光の強度からずれてしまい、その分がノイズとなってしまふ。そして、撓み検出用光は数mWとエバネッセント波（1pW～1mW）に比べて非常に大きいので、前記迷光によるノイズが大きく、SN比がかなり低下してしまうのである。

【0014】そこで、撓み検出用光の波長 $\lambda_0$ 付近の成分をカットする光学フィルタに検出光を透過させる場合もある。この場合、前記光学フィルタを透過した検出光は図5（c）に示すようになり、図5（b）中の前記迷光の成分Aはカットされる。しかし、この場合において、光学フィルタを透過した検出光を白色光のまま検出光の強度を検出する場合には、波長 $\lambda_0$ 付近の成分がカットされることから、図5（b）中の曲線の積分値である強度は低下する。また、光学フィルタは実際には理想的な濾波特性からずれた特性を有しているので、他の波長成分の強度も低下を免れず、このことから図5（b）中の曲線の積分値である強度は低下する。このように光学フィルタによって検出光の強度が低下するので、SN比が低下してしまう。

【0015】ところで、試料（例えば、感光性材料）によっては、試料の所定波長の光学的性質を測定することが要請される。この場合、検出光を分光器等で分光して単色光として検出光の強度を検出する。この場合には、図5（b）及び図5（c）からわかるように、波長 $\lambda_0$ 付近に関しては、試料の光学的性質を測定することは不可能となる。しかも、光学フィルタを用いた場合には、図5（c）中の符号B、Cで示すように、光学フィルタの特性（理想的な濾波特性からずれ）が反映されてしまい、ある波長の強度に関しては光学フィルタを透過した検出光の強度が本来の検出光の強度（図5（a））から

10

20

30

40

50

大きくずれ、当該波長に関してS/N比が大きく低下してしまう。

【0016】さらに、試料によっては、所定波長の光の照射による光学情報を測定する場合がある。例えば、青色光の照射により感光して赤く変化するとともに赤色光の照射により元の色に戻る性質を有する感光性材料の光学情報を測定する場合、青色光によるエバネッセント波を発生させ、青色光による感光性材料の変化を観察する。このとき、撓み検出用光が赤色光であれば、撓み検出用光の迷光が感光材料を照射することにより元の色に戻す作用が働き、所望の測定を行うことができない。

【0017】本発明は、前記事情に鑑みてなされたもので、試料の形状情報と分離した試料の光学的情報のみを得ることができ、しかも、S/N比の低下や所望の波長の光による試料の測定を行うことができないという事態を防止することができる走査型近接場光学顕微鏡を提供することを目的とする。

#### 【0018】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するため、本発明の第1の態様による走査型近接場光学顕微鏡は、先端部に探針を有するカンチレバーと、前記探針の先端からエバネッセント波が発生するように前記探針に光を照射する照射手段と、試料を透過し又は試料表面で反射したエバネッセント波を検出する光検出手段と、試料表面と略垂直な方向に前記探針を前記試料に対して相対的に移動させる第1の移動手段と、前記試料表面と略平行な面の方向に前記カンチレバーを前記試料に対して相対的に移動させる第2の移動手段と、前記試料表面と略平行な面の方向における前記カンチレバーの前記試料表面に対する相対位置に応じた、前記光検出手段からの検出信号に関する情報を得る手段と、を備えた走査型近接場光学顕微鏡において、圧電膜又は加えられた圧力に応じて抵抗値が変化する膜が前記カンチレバーに形成され、圧電膜が発生する電圧又は前記膜の抵抗値に応じた信号を出力する検出手段と、前記検出手段からの信号に基づいて前記カンチレバーの撓みが一定になるように前記第1の移動手段を制御しつつ、前記試料表面と略平行な面の方向に前記探針が試料表面を走査するように前記第2の移動手段を制御する制御手段と、を更に備えたものである。

【0019】本発明の第2の態様による走査型近接場光学顕微鏡は、先端部に探針を有するカンチレバーと、試料表面にエバネッセント波が発生するように試料裏面から全反射条件で光を照射する照射手段と、前記探針により捕捉され又は前記探針の先端で反射したエバネッセント波を検出する光検出手段と、試料表面と略垂直な方向に前記探針を前記試料に対して相対的に移動させる第1の移動手段と、前記試料表面と略平行な面の方向に前記カンチレバーを前記試料に対して相対的に移動させる第2の移動手段と、前記試料表面と略平行な面の方向にお

ける前記カンチレバーの前記試料表面に対する相対位置に応じた、前記光検出手段からの検出信号に関する情報を得る手段と、を備えた走査型近接場光学顕微鏡において、圧電膜又は加えられた圧力に応じて抵抗値が変化する膜が前記カンチレバーに形成され、前記圧電膜が発生する電圧又は前記膜の抵抗値に応じた信号を出力する検出手段と、前記検出手段からの信号に基づいて前記カンチレバーの撓みが一定になるように前記第1の移動手段を制御しつつ、前記試料表面と略平行な面の方向に前記探針が試料表面を走査するように前記第2の移動手段を制御する制御手段と、を更に備えたものである。

【0020】本発明の第3の態様による走査型近接場光学顕微鏡は、前記第1又は第2の態様による走査型近接場光学顕微鏡において、前記試料表面と略平行な面の方向における前記カンチレバーの前記試料表面に対する相対位置に応じた、前記試料表面と略垂直な方向の前記カンチレバーの前記試料表面に対する相対位置に関する情報を得る手段を、更に備えたものである。

【0021】前記第1乃至第3の態様によれば、探針と試料表面との間に原子間力が働き、この力に応じてカンチレバーが撓む。カンチレバーの撓み量が前記圧電膜又は前記膜により電圧又は抵抗値に変換され、これに応じた信号が検出手段から出力される。そして、第1及び第2の移動手段並びに制御手段によって、検出手段からの信号に基づいてカンチレバーの撓み量が一定になるようにカンチレバーが試料表面と略垂直な方向に移動させられつつ、試料表面と略平行な面の方向に探針が試料表面を走査するようにカンチレバーが移動させられる。したがって、試料表面の凹凸に追従して探針と試料との間の距離が一定に保たれつつ、試料表面と略平行な面の方向に探針が試料表面を走査することになる。このため、光検出手段からの検出信号には光学的情報のみが含まれ、試料の光学的情報のみを形状情報から分離して得ることができる。

【0022】そして、前記第1乃至第3の態様によれば、カンチレバーの撓み量がカンチレバーに形成された前記圧電膜又は前記膜と検出手段とにより検出され、前記従来の走査型近接場光学顕微鏡と異なり撓み検出用光は照射されないため、撓み検出用光による迷光の影響がなくなるとともに、光学フィルタを用いる必要がない。したがって、S/N比の低下や所望の波長の光による試料の測定を行うことができないという事態を防止することができる。

【0023】前記第1及び第2の態様によれば、原子間力顕微鏡におけるいわゆるコンタクトモードと同様の探針の移動制御が実現されることになるので、前記第3の態様のように相対位置に関する情報を得ることによって、試料表面の凹凸の形状データも得ることができ、試料を観察する上で一層好ましい。

#### 【0024】

【発明の実施の形態】以下、本発明による走査型近接場光学顕微鏡について、図面を参照して説明する。

【0025】（実施の形態1）まず、本発明の第1の実施の形態による走査型近接場光学顕微鏡について、図1及び図2を参照して説明する。

【0026】図1は、本実施の形態による走査型近接場光学顕微鏡を模式的に示す概略構成図である。また、図2は、カンチレバー1を示す概略断面図である。

【0027】本実施の形態による走査型近接場光学顕微鏡は、図1に示すように、先端部に探針2を有するカンチレバー1を備えている。本実施の形態では、カンチレバー1は、図2に示すように、プレート状の梁部（レバ一部分）3と、該梁部3の一端を支持する支持体4とを有し、梁部3の下面の先端側領域に探針2が突設されている。梁部3は、支持体4の部分から延びた窒化シリコン膜5で構成されている。支持体4は、窒化シリコン膜5、酸化シリコン膜6、7、シリコン基板8及び窒化シリコン膜9で構成されている。探針2は、窒化シリコン膜5に連続して突設された窒化シリコンからなる底面

（上面）が開口した中空の錘状物5aと、該錘状物5aの周囲に形成された金属コーティング（遮光膜）10とから構成されている。錘状物5aの頂点部には入射光の波長より小さい微小開口11が形成され、金属コーティング10は微小開口11をつぶさないように形成されている。このようなカンチレバー1は、半導体製造技術を用いて製造することができる。

【0028】なお、カンチレバー1の構成は前述したような構成に限定されるものではなく、例えば、前記論文に開示されたカンチレバーを用いることができる。このカンチレバーは、ピラミッド型の探針を持つ窒化シリコン製のものである。この探針は物理的な開口は有しておらず、中空ではなく中実で構成されている。また、探針には金属コーティングも施されていない。このカンチレバーは、例えば、探針の先端付近に背面からエバネッセント波発生用の光が照射されると、窒化シリコン（透明材料）の屈折率は2.0と高いため、照射された光はピラミッド型探針の側面において全反射されるが、探針の先端においては、全反射の条件を満たさなくなるため、わずかな光が探針を透過し、探針先端にエバネッセント波が発生するというものである。

【0029】そして、カンチレバー1には、PZT膜12が、加えられた圧力に応じて抵抗値が変化する膜として形成されている。すなわち、本実施の形態では、図2に示すように、カンチレバー1の梁部3にPZT膜12がスパッタ等により形成され、PZT膜12の両側に電極13、14が形成されている。PZT膜12と窒化シリコン膜5との間の電極13は支持体4まで延在している。加えられた圧力に応じて抵抗値が変化する膜は、PZT膜に限定されるものではなく、他の種々の膜を用いることができる。

【0030】再び図1を参照すると、本実施の形態による走査型近接場光学顕微鏡は、試料20の表面と垂直なZ方向、並びに、試料20の表面と平行な面の方向であって互いに直交するX方向及びY方向に独立してカンチレバー1を移動させるカンチレバー駆動装置21と、カンチレバー1に形成されたPZT膜12の抵抗値に応じた信号を出力する検出部22と、該検出部22からの信号に基づいてカンチレバー1の撓み（すなわち、梁部3の撓み）が一定になるようにカンチレバー駆動装置21のZ方向の駆動を制御しつつ、X方向及びY方向に探針2が試料20の表面を走査するようにカンチレバー駆動装置21のX方向及びY方向の駆動を制御する制御部23と、を備えている。なお、図1中、24は試料20が搭載される試料台、25は外部振動の影響を除去するための除振台である。

【0031】本実施の形態では、カンチレバー駆動装置21によりカンチレバー1側のみを移動させるが、実際にはカンチレバー1側を動かしても試料20側を動かしてもどちらでもよい。例えば、カンチレバー1側をZ方向にのみ動かし、試料20側をX方向及びY方向に動かしてもよい。

【0032】また、カンチレバー駆動装置21については、X方向、Y方向、Z方向にそれぞれ独立に移動させる圧電体が備えられたトライボット型のスキャナを利用しても、また、チューブ型スキャナを利用してもどちらでも構わない。

【0033】ところで、このチューブ型スキャナは、筒状の形状を有した圧電体に、内側の面または外側の面のどちらか一方に全面的に電極を設け、かつ他方の面には複数に分割された電極を設けられた構成を有している。そして、このチューブ型スキャナは、一方の面に設けられた電極と他方の面に設けられた分割された電極との間にそれぞれ任意の電圧を印加する事で、カンチレバー1を任意のX方向、Y方向およびZ方向に移動することができる。

【0034】また、前記検出部22としては、例えば、ホイートストンブリッジを用いればよい。

【0035】また、本実施の形態による走査型近接場光学顕微鏡は、エバネッセント波発生用光源（本実施の形態では、レーザー光源）26と、偏光ビームスプリッター27と、1/4波長板28と、集光レンズ29と、光検出部30と、を備えている。なお、エバネッセント波発生用光源26は、必ずしもレーザー光源である必要はなく、インコヒーレント光を発するものでもよい。また、光源26は、単色光を発するものでもよいし、白色光を発するものでもあってもよい。

【0036】光源26から発した直線偏光のレーザー光は、偏光ビームスプリッター27を透過し、1/4波長板28により円偏光となる。集光レンズ29は、この光を探針2の背面（上面）から探針2の微小開口11付近

10

20

30

40

50

に集光させる。その結果、探針2の微小開口11からエバネッセント波が発生する。このエバネッセント波は、試料20の表面で反射して微小開口11に戻り、再び集光レンズ29を介して1/4波長板28を透過する。1/4波長板28を透過した光の偏光面は元のレーザー光の偏光面と直交したものとなるので、1/4波長板28を透過した戻り光は、偏光ビームスプリッター27で反射され、光検出部30により受光される。

【0037】以上の説明からわかるように、本実施の形態では、光源26、偏光ビームスプリッター27、1/4波長板28及び集光レンズ29が、探針2の先端からエバネッセント波が発生するように探針2に光を照射する照射手段を構成している。また、光検出部30が試料表面で反射したエバネッセント波を検出する光検出手段を構成している。なお、光検出部30としては、具体的には、例えば、フォトダイオード等の光検出器を用いることができる。試料の所定波長の光学的性質を測定する場合には、光検出部30において、例えば、光検出器の前側に分光器を設ければよい。

【0038】さらに、図1に示すように、本実施の形態による走査型近接場光学顕微鏡は、処理部31及び表示部32を備えている。前記制御部23からカンチレバー駆動装置21に与えられるZ方向の制御信号は、探針2の試料表面に対するZ方向の相対位置を示すことになる。また、制御部23からカンチレバー駆動装置21に与えられるX方向及びY方向の制御信号は、探針2の試料表面に対するX方向及びY方向の相対位置を示すことになる。処理部31は、制御部23からの各制御信号及び光検出部30の検出信号を取り込み、探針2のX方向及びY方向の試料表面に対する相対位置に応じた光検出部30の検出信号のレベルに関する情報（すなわち、試料20の光学的情報）を得るとともに、探針2のX方向及びY方向の試料表面に対する相対位置に応じた探針2のZ方向の試料表面に対する相対位置に関する情報（すなわち、試料の形状情報）を得る。そして、これらの情報はCRT等の表示部32に画像として表示される。

【0039】本実施の形態による走査型近接場光学顕微鏡によれば、探針2と試料表面との間に原子間力が働き、この力に応じてカンチレバー1が撓む。カンチレバー1の撓み量がPZT膜12により抵抗値に変換され、これに応じた信号が検出部22から出力される。そして、制御部23及びカンチレバー駆動装置21によって、検出部22からの信号に基づいてカンチレバー1の撓み量が一定になるようにカンチレバー1がZ方向に移動させられつつ、X方向及びY方向に探針2が試料表面を走査するようにカンチレバー1が移動させられる。したがって、試料表面の凹凸に追従して探針2と試料20との間の距離が一定に保たれつつ、試料表面と略平行な面の方向に探針2が試料表面を走査することになる。このため、光検出部22からの検出信号には光学的情報の

みが含まれ、試料20の光学的情報のみを形状情報から分離して得ることができる。

【0040】そして、本実施の形態によれば、カンチレバー1の撓み量がカンチレバー1に形成されたPZT膜12と検出部22とにより検出され、前記従来の走査型近接場光学顕微鏡と異なり撓み検出用光は照射されないため、撓み検出用光による迷光の影響がなくなるとともに、光学フィルタを用いる必要がない。したがって、光検出部22による検出光は例えば図5(a)に示すように理想的なものとなり、SN比の低下や所望の波長の光による試料の測定を行うことができないという事態を防止することができる。

【0041】さらに、本実施の形態では、処理部23により試料20の形状情報も得ているので、試料20を観察する上で好ましい。もっとも、本発明では、必ずしも試料の形状情報を得なくてもよい。

【0042】（実施の形態2）次に、本発明の第2の実施の形態による走査型近接場光学顕微鏡について、図3を参照して説明する。

【0043】図3は、本実施の形態による走査型近接場光学顕微鏡を模式的に示す概略構成図である。図3において、図1中の構成要素と同一又は対応する構成要素には同一符号を付し、その説明は省略する。

【0044】本実施の形態による走査型近接場光学顕微鏡が前記第1の実施の形態による走査型近接場光学顕微鏡と異なる所は、図1中の偏光ビームスプリッター27、1/4波長板28及び集光レンズ29が削除され、光検出部30が試料20の背面側に配置されて光検出部30が試料20を透過したエバネッセント波を検出するようになっている点のみである。すなわち、本実施の形態では、光源30が、探針2の先端からエバネッセント波が発生するように探針2に光を照射する照射手段を構成し、光検出部30が試料を透過したエバネッセント波を検出する光検出手段を構成している。

【0045】前記第1の実施の形態による走査型近接場光学顕微鏡が、試料表面で反射したエバネッセント波を検出するいわゆる反射タイプであったのに対し、本実施の形態による走査型近接場光学顕微鏡は、試料を透過したエバネッセント波を検出するいわゆる透過タイプとなっている。

【0046】本実施の形態によっても、前記第1の実施の形態と同様に、SN比の低下や所望の波長の光による試料の測定を行うことができないという事態を防止することができる。

【0047】（実施の形態3）次に、本発明の第3の実施の形態による走査型近接場光学顕微鏡について、図4を参照して説明する。

【0048】図4は、本実施の形態による走査型近接場光学顕微鏡を模式的に示す概略構成図である。図4において、図1中の構成要素と同一構成要素には同一符号を

10

20

30

40

50

付し、その説明は省略する。なお、本実施の形態においても、カンチレバー１として、前記論文に開示されたようなカンチレバーを採用することもできる。

【００４９】本実施の形態による走査型近接場光学顕微鏡が前記第１の実施の形態による走査型近接場光学顕微鏡と異なる所は、図１中の偏光ビームスプリッター２７、１／４波長板２８及び集光レンズ２９が削除され、試料台２４の代わりに試料台として三角柱状のプリズム４０が設けられ、光源２６からの光がプリズム４０を介して試料２０の裏面から試料２０の表面で全反射条件を満たすように入射するように光源２６がプリズム４０の側方に配置され、光検出部３０が探針２の上方に配置されている点のみである。

【００５０】本実施の形態では、光源２６からの光がプリズム４０を介して試料２０の裏面から試料２０の表面で全反射条件を満たすように入射され、これにより試料２０の表面近傍にエバネッセント波が発生する。探針２の先端付近のエバネッセント波が探針２の先端から探針２内に入り（すなわち、探針２により捕捉され）、伝播光となって探針２を透過し、光検出部３０により検出される。

【００５１】以上の説明からわかるように、本実施の形態では、光源２６及びプリズム４０が、試料表面にエバネッセント波が発生するように試料裏面から全反射条件で光を照射する照射手段を構成し、光検出部３０が、探針２により捕捉されたエバネッセント波を検出する光検出手段を構成している。なお、プリズム４０の形状は三角柱に限定されるものではない。

【００５２】本実施の形態によっても、前記第１の実施の形態と同様に、ＳＮ比の低下や所望の波長の光による試料の測定を行うことができないという事態を防止することができる。

【００５３】本実施の形態では、前述したように、光検出部３０が探針２の上部に配置されて光検出部３０が探針２により捕捉されたエバネッセント波を検出するようになっているが、光検出部３０を探針２の側方に配置して、光検出部３０が探針２の先端で散乱された（すなわち、反射された）エバネッセント波を検出するようにしてもよい。

【００５４】以上本発明の各実施の形態について説明したが、本発明はこれらの実施の形態に限定されるものではない。

【００５５】例えば、前記各実施の形態では、カンチレ\*

\* パー１に、加えられた圧力に応じて抵抗値が変化する膜として、ＰＺＴ膜１２が形成されていたが、その代わりにカンチレバー１に圧電膜を形成してもよい。圧電膜としては、種々のものを採用することができるが、ＰＺＴ膜を採用することもできる。カンチレバー１に圧電膜としてＰＺＴ膜を形成する場合には、カンチレバー１の撓みにより電極１３、１４間にできるだけ大きな電圧が生ずるようにＰＺＴ膜の結晶軸方向等が定められる。カンチレバー１に圧電膜を形成する場合には、検出部２２は例えば電圧計と同様の構成とすればよい。

#### 【００５６】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、試料の形状情報と分離した試料の光学的情報のみを得ることができ、しかも、ＳＮ比の低下や所望の波長の光による試料の測定を行うことができないという事態を防止することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の第１の実施の形態による走査型近接場光学顕微鏡を模式的に示す概略構成図である。

【図２】カンチレバーを示す概略断面図である。

【図３】本発明の第２の実施の形態による走査型近接場光学顕微鏡を模式的に示す概略構成図である。

【図４】本発明の第３の実施の形態による走査型近接場光学顕微鏡を模式的に示す概略構成図である。

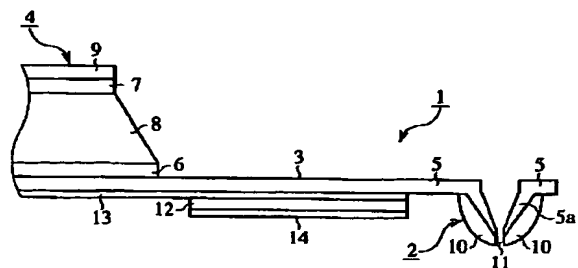
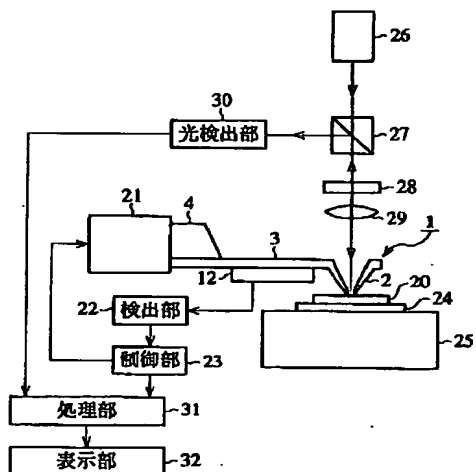
【図５】検出光の特性を示す図である。

#### 【符号の説明】

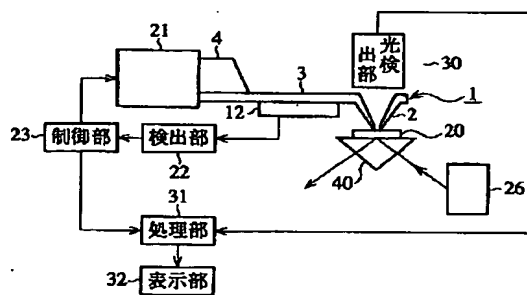
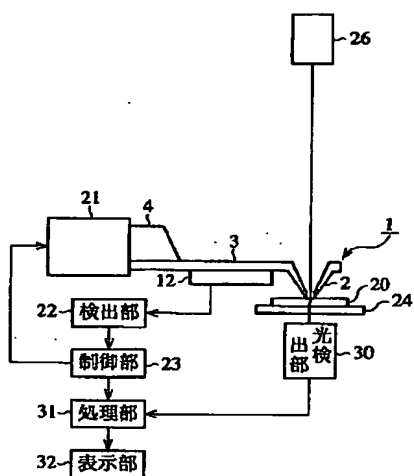
- １ カンチレバー
- ２ 探針
- １２ ＰＺＴ膜
- ２０ 試料
- ２１ カンチレバー駆動装置
- ２２ 検出部
- ２３ 制御部
- ２４ 試料台
- ２６ エバネッセント波発生用光源
- ２７ 偏光ビームスプリッター
- ２８ １／４波長板
- ２９ 集光レンズ
- ３０ 光検出部
- ３１ 処理部
- ３２ 表示部
- ４０ プリズム



【図2】



【図 4】



【図5】

